

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-47238

(P2003-47238A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 2 M 3/155		H 0 2 M 3/155	H 5 H 0 2 9
			U 5 H 0 3 0
H 0 1 M 10/40		H 0 1 M 10/40	Z 5 H 7 3 0
10/44		10/44	P 5 K 0 6 7
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	L
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 23 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-115356 (P2002-115356)

(22) 出願日 平成14年4月17日 (2002.4.17)

(31) 優先権主張番号 特願2001-117841 (P2001-117841)

(32) 優先日 平成13年4月17日 (2001.4.17)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 半田 浩之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 石井 卓也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

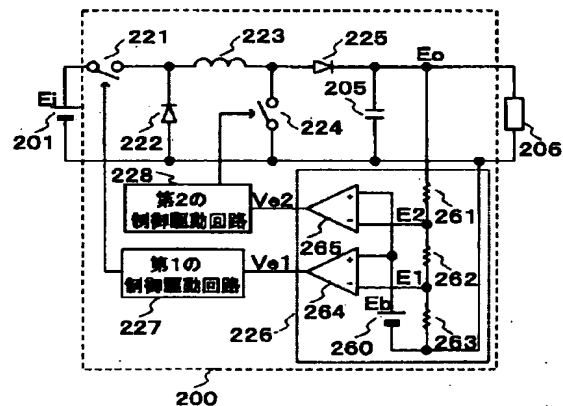
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電池駆動式電子装置および移動体通信機器

(57) 【要約】

【課題】 電池使用時間の長時間化を実現した電池駆動式電子装置および携帯電話等の移動体通信機器を提供する。

【解決手段】 電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性により、電池201の出力電圧が無線通信用電力増幅器を含む負荷206の必要とする電源電圧を下回る時間が、従来型のリチウムイオン電池よりも早くても、昇降圧コンバータ200が、電池の出力電圧が負荷の必要とする電源電圧よりも高い場合は、降圧動作モードにより所定の電源電圧に設定し、また電池の出力電圧が低下して負荷の必要とする電源電圧よりも低くなった場合は、昇圧動作モードにより所定の電源電圧に設定する。これにより、エネルギー密度が高い新材料を用いた電池であっても、電池使用時間の長時間化を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_c 、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_d とした時、電圧差($E_c - E_d$)を前記 E_c で割った値である電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する電池と、

前記電池の出力電圧を入力源とし、前記電池の出力電圧に応じて、少なくとも降圧動作モードと昇圧動作モードを行い、所定の電圧を出力する昇降圧コンバータと、

前記昇降圧コンバータの出力電圧が電源電圧として供給される負荷とを備えたことを特徴とする電池駆動式電子装置。

【請求項2】 定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_c 、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_d とした時、電圧差($E_c - E_d$)を前記 E_c で割った値である電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する電池と、

前記電池の出力電圧を入力源とし、前記電池の出力電圧に応じて昇降圧動作モードを行い、所定の電圧を出力する昇降圧コンバータと、

前記昇降圧コンバータの出力電圧が電源電圧として供給される負荷とを備えたことを特徴とする電池駆動式電子装置。

【請求項3】 前記電池はリチウム2次電池であることを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項4】 前記電池は角型電池であり、前記角型電池の単位体積当たりのエネルギー密度が460Wh/l以上であることを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項5】 前記電池は円筒型電池であり、前記円筒型電池の単位体積当たりのエネルギー密度が530Wh/l以上であることを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項6】 前記負荷へ供給するために要求される電源電圧は、前記電池の定格充電終止電圧と定格放電末期電圧との範囲内にあることを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項7】 前記電池の放電特性に伴う平均電池電圧と、前記負荷への電源電圧との差が所定の範囲内にあることを特徴とする請求項6記載の電池駆動式電子装置。

【請求項8】 前記負荷に供給するために要求される電源電圧は、所定の変動範囲を有し、前記電源電圧の変動範囲の全部またはその一部と、前記電池の定格充電終止電圧と定格放電末期電圧との範囲の全部またはその一部とが一致することを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項9】 前記負荷に供給することを要求される電源電圧は、所定の変動範囲を有し、前記所定の変動範囲内における前記要求電源電圧の発生分布がひとつのピー

ク値を有し、前記発生分布のピーク時における前記要求電源電圧と前記電池の放電特性に伴う平均電池電圧との差が所定の範囲内にあることを特徴とする請求項8記載の電池駆動式電子装置。

【請求項10】 前記負荷が無線送信用電力増幅器を含むことを特徴とする請求項1または2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項11】 請求項10記載の電池駆動式電子装置が搭載されたことを特徴とする移動体通信機器。

10 【請求項12】 前記負荷への電源電圧と前記電池の出力電圧との差が所定の範囲内である場合、前記昇降圧コンバータはその入出力間に介在する能動部品をオン状態に固定する機能を有する請求項1記載の電池駆動式電子装置。

【請求項13】 前記昇降圧コンバータは、一端が前記電池の一端に接続された第1のスイッチング手段と、

一端が前記第1のスイッチング手段の他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、

20 一端が前記第1のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、

一端が前記インダクタの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第2のスイッチング手段と、

一端が前記第2のスイッチング手段の一端に接続され、他端が前記負荷の一端に接続された第2の整流スイッチング手段と、

30 一端が前記負荷の一端に接続され、他端が前記電池の他端および前記負荷の他端に接続され、前記負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、

前記出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と前記降圧動作モードを行うための第1の設定値との誤差信号を第1の制御信号として出力し、検出した電源電圧と前記昇圧動作モードを行うための第2の設定値との誤差信号を第2の制御信号として出力する検出回路と、

前記第1の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第1の設定値に調整されるように、前記第1のスイッチング手段をオン/オフ制御する第1の制御駆動回路と、

40 前記第2の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第2の設定値に調整されるように、前記第2のスイッチング手段をオン/オフ制御する第2の制御駆動回路とを備えたことを特徴とする請求項12記載の電池駆動式電子装置。

【請求項14】 前記検出回路は、前記電源電圧が印加される、第1の検出抵抗と第2の検出抵抗と第3の検出抵抗との直列回路と、

基準電圧を出力する基準電圧源と、

50 前記第1の検出抵抗と前記第2の検出抵抗との接続点電位と前記基準電圧とが入力されて前記第1の制御信号を

出力する第 1 の誤差増幅器と、

前記第 2 の検出抵抗と前記第 3 の検出抵抗との接続点電位と前記基準電圧とが入力されて前記第 2 の制御信号を出力する第 2 の誤差増幅器とを含むことを特徴とする請求項 13 記載の電池駆動式電子装置。

【請求項 15】 前記負荷への電源電圧と前記電池の出力電圧との差が所定の範囲内である場合、前記昇降圧コンバータはその入出力間に介在する部品の一部または全部を短絡する機能を有する請求項 1 記載の電池駆動式電子装置。

【請求項 16】 前記昇降圧コンバータは、一端が前記電池の一端に接続された第 1 のスイッチング手段と、

一端が前記第 1 のスイッチング手段の他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第 1 の整流スイッチング手段と、

一端が前記第 1 のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、

一端が前記インダクタの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第 2 のスイッチング手段と、

一端が前記第 1 のスイッチング手段の一端に接続され、他端が前記インダクタの他端に接続された第 3 のスイッチング手段と、

一端が前記第 2 のスイッチング手段の一端に接続され、他端が前記負荷の一端に接続された第 2 の整流スイッチング手段と、

一端が前記負荷の一端に接続され、他端が前記電池の他端および前記負荷の他端に接続され、前記負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、

前記出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と前記降圧動作モードを行うための第 1 の設定値との誤差信号を第 1 の制御信号として出力し、検出した電源電圧と前記昇圧動作モードを行うための第 2 の設定値との誤差信号を第 2 の制御信号として出力する検出回路と、

前記第 1 の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第 1 の設定値に調整されるように、前記第 1 のスイッチング手段をオン／オフ制御する第 1 の制御駆動回路と、

前記第 2 の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第 2 の設定値に調整されるように、前記第 2 のスイッチング手段をオン／オフ制御する第 2 の制御駆動回路と、

前記第 1 の制御信号が前記第 1 のスイッチング手段をオン状態に固定するレベルにあり、且つ前記第 2 の制御信号が前記第 2 のスイッチング手段をオフ状態に固定するレベルにある時に、前記第 3 のスイッチング手段をオン状態にする第 3 の制御駆動回路とを備えたことを特徴とする請求項 15 記載の電池駆動式電子装置。

【請求項 17】 前記昇降圧コンバータは、一端が前記電池の一端に接続された第 1 のスイッチング手段と、

10

一端が前記第 1 のスイッチング手段の他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第 1 の整流スイッチング手段と、

一端が前記第 1 のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、

一端が前記インダクタの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第 2 のスイッチング手段と、

一端が前記第 2 のスイッチング手段の一端に接続され、他端が前記負荷の一端に接続された第 2 の整流スイッチング手段と、

一端が前記インダクタの一端に接続され、他端が前記第 2 の整流スイッチング手段の他端に接続された第 3 のスイッチング手段と、

一端が前記負荷の一端に接続され、他端が前記電池の他端および前記負荷の他端に接続され、前記負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、

20

前記出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と前記降圧動作モードを行うための第 1 の設定値との誤差信号を第 1 の制御信号として出力し、検出した電源電圧と前記昇圧動作モードを行うための第 2 の設定値との誤差信号を第 2 の制御信号として出力する検出回路と、

前記第 1 の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第 1 の設定値に調整されるように、前記第 1 のスイッチング手段をオン／オフ制御する第 1 の制御駆動回路と、

前記第 2 の制御信号に応じて、前記電源電圧が前記第 2 の設定値に調整されるように、前記第 2 のスイッチング手段をオン／オフ制御する第 2 の制御駆動回路と、

30

前記第 1 の制御信号が前記第 1 のスイッチング手段をオン状態に固定するレベルにあり、且つ前記第 2 の制御信号が前記第 2 のスイッチング手段をオフ状態に固定するレベルにある時に、前記第 3 のスイッチング手段をオン状態にする第 3 の制御駆動回路とを備えたことを特徴とする請求項 15 記載の電池駆動式電子装置。

【請求項 18】 前記昇降圧コンバータは、一端が前記電池の一端に接続された第 1 のインダクタと、

一端が前記第 1 のインダクタの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続されたスイッチング手段と、

40

一端が前記第 1 のインダクタの他端に接続された結合コンデンサと、

一端が前記結合コンデンサの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第 2 のインダクタと、

一端が前記第 2 のインダクタの一端に接続され、他端が前記負荷の一端に接続された整流スイッチング手段と、

一端が前記負荷の一端に接続され、他端が前記電池の他端および前記負荷の他端に接続され、前記負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、

50

前記電源電圧を前記負荷へ供給するために要求される所定値に調整するために、前記スイッチング手段をオン／

オフ制御する制御駆動手段とを備えたことを特徴とする請求項2記載の電池駆動式電子装置。

【請求項19】 前記昇降圧コンバータは、一端が前記電池の一端に接続された第1のインダクタと、一端が前記第1のインダクタの他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続されたスイッチング手段と、一端が前記第1のインダクタの他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、一端が前記第1の整流スイッチング手段の他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第1のコンデンサと、一端が前記第1の整流スイッチング手段の他端に接続された第2のスイッチング手段と、一端が前記第2のスイッチング手段の他端に接続され、他端が前記電池の他端に接続された第2の整流スイッチング手段と、一端が前記第2の整流スイッチング手段の一端に接続され、他端が前記負荷の一端に接続された第2のインダクタと、一端が前記負荷の一端に接続され、他端が前記電池の他端および前記負荷の他端に接続され、前記負荷に電源電圧を供給する第2のコンデンサと、前記第1のコンデンサでの中間電圧を検出し、検出した中間電圧と前記昇圧動作モードを行うための中間電圧設定値との誤差信号を第1の制御信号として出力する第1の検出回路と、前記第2のコンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と前記降圧動作モードを行うための電源電圧設定値との誤差信号を第2の制御信号として出力する第2の検出回路と、前記第1の制御信号に応じて、前記第1のコンデンサでの中間電圧が前記中間電圧設定値に調整されるように、第1のスイッチング手段をオン／オフ制御する第1の制御駆動回路と、前記第2の制御信号に応じて、前記第2のコンデンサでの電源電圧が前記電源電圧設定値に調整されるように、第2のスイッチング手段をオン／オフ制御する第2の制御駆動回路とを備えたことを特徴とする請求項1記載の電池駆動式電子装置。

【請求項20】 前記中間電圧設定値は、前記第1のコンデンサと前記第2のコンデンサとの間の抵抗成分に前記負荷が要求する最大出力電流を乗じた電圧に、前記負荷が要求する最大出力電圧を加えた電圧値に設定されることを特徴とする請求項19記載の電池駆動式電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電池を入力源とする電池駆動式電子装置およびかかる電池駆動式電子装置

が搭載された携帯電話、携帯通信端末等の移動体通信機器に関する。

【0002】

【従来の技術】無線通信装置や情報端末をはじめとし、携帯の利便性が求められる電池を電力源とした電子装置は、小型、軽量化とともに、電池が2次電池であれば充電後、あるいは1次電池であれば電池交換後における使用可能な時間の長時間化が求められている。

【0003】このような電池駆動式電子装置としては、図19に示すような構成が一般的である。図19に示すように、従来の電池駆動式電子装置は、従来型のリチウムイオン電池、具体的には、正極にコバルト酸リチウム、負極にグラファイト、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用い、放電特性として常温で平均電池電圧が3.7Vであるものに代表される電池401を入力源とし、スイッチング手段402と、整流スイッチング手段403と、インダクタ404と、出力コンデンサ405とから構成される降圧型コンバータを介して、負荷406に所定の電源電圧 E_o を供給する。

【0004】ここで、用語の説明を行う。「平均電池電圧」とは、定格充電状態から定格放電容量まで定格電流で放電した際の電池電圧の時間積分を放電時間で割ったものであり、「定格充電終止電圧」は、定格放電容量を得るために必要な充電操作終了時の電池電圧、「定格放電終止電圧」は、定格放電容量を得た時の電池電圧、「定格放電末期電圧」は、定格電流で放電した際に放電電圧特性の傾きに大きな変化が発生した時の電池電圧と定義する。

【0005】まず、降圧型コンバータの動作について説明する。電池401の電圧を E_i とすると、スイッチング手段402がオン状態となると、インダクタ404には、電池の出力電圧（以下、電池電圧と言う） E_i と、電源電圧 E_o との差（ $E_i - E_o$ ）が印加される。この時、電池401からスイッチング手段402とインダクタ404を介して出力コンデンサ405に電流が流れる。このインダクタ404の電流が増加することにより、インダクタ404には磁気エネルギーが蓄積されていく。この期間を T_{on} とする。

【0006】次に、スイッチング手段402がターンオフすると、インダクタ404の電圧は反転し、整流スイッチング手段403が導通してインダクタ404には電源電圧 E_o が印加される。この時、インダクタ404の電流は整流スイッチング手段403を介して出力コンデンサ405へ流れる。この電流は減少していき、インダクタ404に蓄えられた磁気エネルギーは放出されていく。この期間を T_{off} とする。

【0007】このようなスイッチング手段402のオン／オフ動作を通じて磁気エネルギーの蓄積と放出が均衡していると、インダクタ404に流れる電流の増減も均衡する。インダクタ404のインダクタンスを L とする

と、

$(E_i - E_o) \cdot T_{on} / L = E_o \cdot T_{off} / L$
の関係が成り立つ。スイッチング周期 $T = T_{on} + T_{off}$ とすると、降圧型コンバータの入出力間には $E_o / E_i = T_{on} / T$ の関係がある。

【0008】即ち、降圧型コンバータはスイッチング手段402のオン／オフ制御により、電池電圧 E_i の変動に対し、負荷406への電源電圧 E_o を $E_i > E_o$ の制限下で調整することができる。

【0009】逆に、負荷406に供給することを要求される電源電圧 E_o が電池電圧 E_i よりも高い場合には、降圧型コンバータの代わりに昇圧型コンバータを用いる。昇圧型コンバータを用いた構成は、例えば特開平4-315320号公報に開示されている。

【0010】電池401としての従来型リチウムイオン電池は、放電特性が平坦、即ち放電に伴う電池電圧の低下が小さい（電池電圧変化率が小さい）といった特徴がある。これにより、電池電圧と負荷406に供給するために要求される電源電圧とを近づけることができ、降圧型コンバータでの損失を少なくでき、しかも、この関係が放電とともに変化しないことにより、電池の持つエネルギーを効率よく使用することができる。

【0011】上記従来の電池駆動式電子装置の構成では、降圧型コンバータを用いている場合は、電池電圧 E_i は負荷へ供給するために要求される電源電圧 E_o より高くなければならない。一方、降圧型コンバータを効率良く動作させるには電池電圧 E_i は電源電圧 E_o に近い方が良い。逆に、昇圧型コンバータを用いている場合は、電池電圧 E_i は負荷へ供給するために要求される電源電圧 E_o より低くなければならない。昇圧型コンバータを効率良く動作させるのに電池電圧 E_i は電源電圧 E_o に近い方が良い点は降圧型コンバータの場合と同様である。

【0012】従って、電池に要求される特性は、電池電圧 E_i が電源電圧 E_o より少し高く、あるいは少し低く、放電特性が平坦なことである。電池はこのような特性を満たしながらの大容量化が進められてきた。同じ重量あるいは体積で大容量化することにより、放電に伴って低下していく電池電圧が使用可能な下限電圧に達するまでの期間である電池使用時間を長時間化してきた。

【0013】尚、平坦な放電特性であるほど、放電末期に近づくと電池電圧の低下が著しくなる傾向がある。つまり、この時点で残されたエネルギーは少ない。正極にコバルト酸リチウム、負極にグラファイト、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用い、常温で平均電池電圧が3.7Vである従来型のリチウムイオン電池は、現状では放電特性が最も優れたものである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電池駆

動式電子装置は小型・高性能化が進んでおり、電池の小型・大容量化、つまりエネルギー密度の向上が求められているが、上記のような従来型のリチウムイオン電池は、大容量化にはば理論限界が近づいている。そこで、電池のエネルギー密度の向上を可能とする新たな材料を用いたリチウムイオン電池が必要であるが、この高エネルギー密度を実現する材料を用いた電池は、従来型のリチウムイオン電池と比較して、平均電池電圧が低下する、電池電圧変化率が大きくなるといった問題がある。

10 【0015】このような新たな材料を用いたリチウムイオン電池を、従来型のリチウムイオン電池が用いられている機器に組み込み、電子装置内の負荷が必要とする電源電圧が電池の定格充電終止電圧と定格放電終止電圧の間にある場合、放電に伴って電池電圧が低下し、負荷の必要とする電源電圧を下回る時間は従来型のリチウムイオン電池よりも早くなり、新たな材料による高エネルギー密度を生かすことができず、機器の使用時間は従来型のリチウムイオン電池よりも短くなるという問題があった。

20 【0016】また、平均電池電圧が低く、電池電圧変化率が大きいという新たな材料のリチウムイオン電池を2セルとして電池電圧を高くし、降圧型コンバータと組み合わせることも考えられる。しかし、入出力間の電圧差が大きくなり、降圧型コンバータの高効率を実現することが難しいことや、入力電圧が高くなることにより、コンデンサや半導体の耐圧を高くする必要が出てくるため、さらに効率が低下したり、部品が大きくなり小型化できないなどの問題がある。

30 【0017】本発明は、電池のエネルギー密度の向上を可能にする新たな材料のリチウムイオン電池は、平均電池電圧が低下することや電池電圧変化率が大きいため、この電池を電池駆動の電子装置に用いた場合、高容量化したエネルギーを十分に活用できないという問題に対して、新たな材料のリチウムイオン電池と昇降圧コンバータとを組み合わせることにより、電池のエネルギーを有効に活用することができる点に着目してなされたものである。

40 【0018】すなわち、本発明の目的は、電池使用時間の長時間化を可能とし、また様々な放電特性を有する電池にも対応可能な電池駆動式電子装置およびかかる電池駆動式電子装置が搭載された移動体通信機器を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明に係る第1の電池駆動式電子装置は、定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_c 、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_d とした時、電圧差 $(E_c - E_d)$ を前記 E_c で割った値である電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する電池と、電池の出力電圧を入力源とし、電池の出力電圧に応じて、

少なくとも降圧動作モードと昇圧動作モードを行い、所定の電圧を出力する昇降圧コンバータと、昇降圧コンバータの出力電圧が電源電圧として供給される負荷とを備えたことを特徴とする。

【0020】この構成によれば、電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性により、電池の出力電圧が負荷の必要とする電源電圧を下回る時間が、従来型のリチウムイオン電池よりも早くても、昇降圧コンバータが、電池の出力電圧が負荷の必要とする電源電圧よりも高い場合は、降圧動作モードにより所定の電源電圧に設定し、また電池の出力電圧が低下して、負荷の必要とする電源電圧よりも低くなった場合は、昇圧動作モードにより所定の電源電圧に設定する。これにより、エネルギー密度が高い新材料を用いた、例えばリチウム2次電池であっても、電池使用時間の長時間化を実現することができる。

【0021】前記の目的を達成するため、本発明に係る第2の電池駆動式電子装置は、定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_c 、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_d とした時、電圧差($E_c - E_d$)を前記 E_c で割った値である電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する電池と、電池の出力電圧を入力源とし、電池の出力電圧に応じて昇降圧動作モードを行い、所定の電圧を出力する昇降圧コンバータと、昇降圧コンバータの出力電圧が電源電圧として供給される負荷とを備えたことを特徴とする。

【0022】この構成によれば、電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性により、電池の出力電圧が負荷の必要とする電源電圧を下回る時間が、従来型のリチウムイオン電池よりも早くても、昇降圧コンバータが、昇降圧動作モードにより、電池の出力電圧が負荷の必要とする電源電圧に設定する。これにより、エネルギー密度が高い新材料を用いた、例えばリチウム2次電池であっても、電池使用時間の長時間化を実現することができる。

【0023】第1および第2の電池駆動式電子装置において、電池は角型電池であり、この角型電池の単位体積当たりのエネルギー密度は 460Wh/l 以上であることが好ましい。

【0024】または、第1および第2の電池駆動式電子装置において、電池は円筒型電池であり、この円筒型電池の単位体積当たりのエネルギー密度は 530Wh/l 以上であることが好ましい。

【0025】第1および第2の電池駆動式電子装置において、負荷へ供給するために要求される電源電圧は、電池の定格充電終止電圧と定格放電末期電圧との範囲内にあり、この場合、電池の放電特性に伴う平均電池電圧と、負荷への電源電圧との差が所定の範囲内にいることが好ましい。

【0026】これにより、昇降圧コンバータでの損失を

低減し、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる。

【0027】また、第1および第2の電池駆動式電子装置において、負荷に供給するために要求される電源電圧は、所定の変動範囲を有し、電源電圧の変動範囲の全部またはその一部と、電池の定格充電終止電圧と定格放電末期電圧との範囲の全部またはその一部とが一致し、この場合、負荷に供給することを要求される電源電圧は、所定の変動範囲を有し、この所定の変動範囲内における前記要求電源電圧の発生分布がひとつのピーク値を有し、発生分布のピーク時における要求電源電圧と電池の放電特性に伴う平均電池電圧との差が所定の範囲内にあることが好ましい。

【0028】これにより、昇降圧コンバータでの損失を低減し、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる。

【0029】第1および第2の電池駆動式電子装置において、負荷が無線送信用電力増幅器を含み、かかる構成の電池駆動式電子装置は移動体通信機器に搭載される。

【0030】第1の電池駆動式電子装置において、負荷への電源電圧と電池の出力電圧との差が所定の範囲内である場合、昇降圧コンバータはその入出力間に介在する能動部品をオン状態に固定する機能を有することが、昇降圧コンバータにおける損失をさらに低減し、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる点で好ましい。

【0031】この場合、第1の構成の昇降圧コンバータは、一端が電池の一端に接続された第1のスイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、一端がインダクタの他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第2のスイッチング手段と、一端が第2のスイッチング手段の一端に接続され、他端が負荷の一端に接続された第2の整流スイッチング手段と、一端が負荷の一端に接続され、他端が電池の他端および負荷の他端に接続され、負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と降圧動作モードを行うための第1の設定値(E_{oh})との誤差信号を第1の制御信号(V_{e1})として出力し、検出した電源電圧と昇圧動作モードを行うための第2の設定値(E_{ol})との誤差信号を第2の制御信号(V_{e2})として出力する検出回路と、第1の制御信号に応じて、電源電圧が第1の設定値に調整されるように、第1のスイッチング手段をオン/オフ制御する第1の制御駆動回路と、第2の制御信号に応じて、電源電圧が第2の設定値に調整されるように、第2のスイッチング手段をオン/オフ制御する第2の制御駆動回路とを備えることが好ましい。

【0032】また、検出回路は、電源電圧が印加され

る。第1の検出抵抗と第2の検出抵抗と第3の検出抵抗との直列回路と、基準電圧を出力する基準電圧源と、第1の検出抵抗と第2の検出抵抗との接続点電位と基準電圧とが入力されて第1の制御信号を出力する第1の誤差増幅器と、第2の検出抵抗と第3の検出抵抗との接続点電位と基準電圧とが入力されて第2の制御信号を出力する第2の誤差増幅器とを含む。

【0033】上記の構成によれば、この第1の構成の昇降圧コンバータは、まず、電池の出力電圧 E_i が第1の設定値 E_{oh} よりも高い場合は、降圧コンバータとして動作し電源電圧を第1の設定値に調整する。そして、電池の出力電圧 E_i が低下して、電源電圧の第1の設定値 E_{oh} よりも低く（第2の設定値 E_{ol} よりも高く）なった場合は、降圧動作も昇圧動作も停止してスルーモードとして機能する。さらに電池の出力電圧 E_i が低下して、電源電圧の第2の設定値 E_{ol} よりも低くなった場合は、昇圧コンバータとして動作し電源電圧を第2の設定値に調整する。

【0034】これにより、電池の出力電圧 E_i と負荷への電源電圧 E_o との差が所定の範囲内（ $(E_{oh} - E_{ol})$ ）にある場合、降圧動作も昇圧動作も停止するスルーモードとして機能するので、昇降圧コンバータにおける損失を低減し、電池使用時間の長時間化を実現することができる。

【0035】第1の電池駆動式電子装置において、負荷への電源電圧と電池の出力電圧との差が所定の範囲内である場合、昇降圧コンバータはその入出力間に介在する部品の一部または全部を短絡する機能を有することが、昇降圧コンバータにおける損失をさらに低減し、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる点で好ましい。

【0036】この場合、第2の構成の昇降圧コンバータは、一端が電池の一端に接続された第1のスイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、一端がインダクタの他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第2のスイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の一端に接続され、他端がインダクタの他端に接続された第3のスイッチング手段と、一端が第2のスイッチング手段の一端に接続され、他端が負荷の一端に接続された第2の整流スイッチング手段と、一端が負荷の一端に接続され、他端が電池の他端および負荷の他端に接続され、負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と降圧動作モードを行うための第1の設定値との誤差信号を第1の制御信号として出力し、検出した電源電圧と昇圧動作モードを行うための第2の設定値との誤差信号を第2の制御信号として出力する検出回路と、第1の制御信号に応じ

て、電源電圧が第1の設定値に調整されるように、第1のスイッチング手段をオン／オフ制御する第1の制御駆動回路と、第2の制御信号に応じて、電源電圧が第2の設定値に調整されるように、第2のスイッチング手段をオン／オフ制御する第2の制御駆動回路と、第1の制御信号が第1のスイッチング手段をオン状態に固定するレベルにあり、且つ第2の制御信号が第2のスイッチング手段をオフ状態に固定するレベルにある時に、第3のスイッチング手段をオン状態にする第3の制御駆動回路とを備えることが好ましい。

【0037】この構成によれば、第1の構成の昇降圧コンバータの利点に加えて、第3のスイッチング手段をオン状態にすることで、DC抵抗成分が大きい、すなわち損失となるインダクタを短絡することができるので、第1の構成の昇降圧コンバータよりも損失を低減することができ、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる。

【0038】または、第1の電池駆動式電子装置において、第3の構成の昇降圧コンバータは、一端が電池の一端に接続された第1のスイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、一端が第1のスイッチング手段の他端に接続されたインダクタと、一端がインダクタの他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第2のスイッチング手段と、一端が第2のスイッチング手段の一端に接続され、他端が負荷の一端に接続された第2の整流スイッチング手段と、一端がインダクタの一端に接続され、他端が第2の整流スイッチング手段の他端に接続された第3のスイッチング手段と、一端が負荷の一端に接続され、他端が電池の他端および負荷の他端に接続され、負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、出力コンデンサでの電源電圧を検出し、検出した電源電圧と降圧動作モードを行うための第1の設定値との誤差信号を第1の制御信号として出力し、検出した電源電圧と昇圧動作モードを行うための第2の設定値との誤差信号を第2の制御信号として出力する検出回路と、第1の制御信号に応じて、電源電圧が第1の設定値に調整されるように、第1のスイッチング手段をオン／オフ制御する第1の制御駆動回路と、第2の制御信号に応じて、電源電圧が第2の設定値に調整されるように、第2のスイッチング手段をオン／オフ制御する第2の制御駆動回路と、第1の制御信号が第1のスイッチング手段をオン状態に固定するレベルにあり、且つ第2の制御信号が第2のスイッチング手段をオフ状態に固定するレベルにある時に、第3のスイッチング手段をオン状態にする第3の制御駆動回路とを備えることが好ましい。

【0039】この構成によれば、第1の構成の昇降圧コンバータの利点に加えて、第3のスイッチング手段をオン状態にすることで、DC抵抗成分が大きい、すなわち

損失となるインダクタを短絡することができるので、第1の構成の昇降圧コンバータよりも損失を低減することができ、電池使用時間のさらなる長時間化を実現することができる。

【0040】または、第2の電池駆動式電子装置において、第4の構成の昇降圧コンバータは、一端が電池の一端に接続された第1のインダクタと、一端が第1のインダクタの他端に接続され、他端が電池の他端に接続されたスイッチング手段と、一端が第1のインダクタの他端に接続された結合コンデンサと、一端が結合コンデンサの他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第2のインダクタと、一端が第2のインダクタの一端に接続され、他端が負荷の一端に接続された整流スイッチング手段と、一端が負荷の一端に接続され、他端が電池の他端および負荷の他端に接続され、負荷に電源電圧を供給する出力コンデンサと、電源電圧を負荷へ供給するために要求される所定値に調整するために、スイッチング手段をオン／オフ制御する制御駆動手段とを備えることが好ましい。

【0041】この構成によれば、入力電流のリップル成分を低減することができる、即ち電池の放電電流から急峻な変動を低減できるので、電池の特性劣化を防ぎ、寿命化の抑制とともに電池使用時間の長時間化を実現することができる。

【0042】または、第1の電池駆動式電子装置において、第5の構成の昇降圧コンバータは、一端が電池の一端に接続された第1のインダクタと、一端が第1のインダクタの他端に接続され、他端が電池の他端に接続されたスイッチング手段と、一端が第1のインダクタの他端に接続された第1の整流スイッチング手段と、一端が第1の整流スイッチング手段の他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第1のコンデンサと、一端が第1の整流スイッチング手段の他端に接続された第2のスイッチング手段と、一端が第2のスイッチング手段の他端に接続され、他端が電池の他端に接続された第2の整流スイッチング手段と、一端が第2の整流スイッチング手段の一端に接続され、他端が負荷の一端に接続された第2のインダクタと、一端が負荷の一端に接続され、他端が電池の他端および負荷の他端に接続され、負荷に電源電圧を供給する第2のコンデンサと、第1のコンデンサでの中間電圧(E1)を検出し、検出した中間電圧と昇圧動作モードを行うための中間電圧設定値との誤差信号を第1の制御信号として出力する第1の検出回路と、第2のコンデンサでの電源電圧(Eo)を検出し、検出した電源電圧と降圧動作モードを行うための電源電圧設定値との誤差信号を第2の制御信号として出力する第2の検出回路と、第1の制御信号に応じて、第1のコンデンサでの中間電圧が中間電圧設定値に調整されるように、第1のスイッチング手段をオン／オフ制御する第1の制御駆動回路と、第2の制御信号に応じて、第2のコンデ

ンサでの電源電圧が電源電圧設定値に調整されるように、第2のスイッチング手段をオン／オフ制御する第2の制御駆動回路とを備えることが好ましい。

【0043】この構成によれば、第1から第4の構成の昇降圧コンバータとは異なり、前段が昇圧コンバータ、後段が降圧コンバータという構成にすることで、後段の降圧コンバータは出力電流が連続型であるので、電源電圧のリップル電圧の低減と第2のコンデンサの容量の低減を両立させることが可能になる。これにより、短時間で電源電圧を大きく変化させることが要求される用途に対しても、適合させることができる。

【0044】この場合、中間電圧設定値は、第1のコンデンサと第2のコンデンサとの間の抵抗成分に負荷が要求する最大出力電流を乗じた電圧に、負荷が要求する最大出力電圧を加えた電圧値に設定されることが好ましい。

【0045】これにより、負荷が最大出力電圧および最大出力電流を要求する時に、後段の降圧コンバータは、第2のスイッチング手段が常に導通状態という、効率の良い状態で動作可能となる。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0047】(第1の実施形態)図1は、本発明の第1の実施形態による電池駆動式電子装置の概略構成を示す回路ブロック図である。図1において、1は正極にコバルト酸リチウム、負極にグラファイト、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用いた、放電特性として常温で平均電池電圧が3.7Vの従来型のリチウムイオン電池と比較して、電池電圧変化率が0.25以上となる経時的に傾斜した放電特性を有する電池である。ここで、「電池電圧変化率」とは、定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧をEc、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧をEdとした時、電圧差(Ec-Ed)を前記Ecで割った値である。

【0048】2は電池1を入力源とする昇降圧コンバータで、3は昇降圧コンバータ2の出力電圧が電源電圧として入力される負荷である。

【0049】また、図2に、電池1の代表的な放電特性(a)と負荷3に供給することを要求される電源電圧(b)を示し、比較のため、従来型のリチウムイオン電池の放電特性(c)を付記した。

【0050】図4は、電池1として作製した評価用コイン型セルの構造を示す断面図である。図4について説明する。

【0051】負極粉末7.5gと導電剤としての黒鉛粉末2g、結着剤としてポリエチレン粉末0.5gを混合して負極合剤とした。正極粉末7.5gと導電剤2g、結着剤としてポリフッ化ビニリデン粉末0.5gを混合して正極合剤とした。この合剤0.1gを直径17.5

mmに加圧成型して電極5とし、ケース6の中に置いた。次に、微孔性ポリプロピレンセパレータ7を電極5の上に置いた。試験用対極8は、微孔性ポリプロピレンセパレータ7により電極5とは隔離された状態で配置した。試験用対極8は、具体的には金属リチウムを用いる。

【0052】1.5モル／リットルの支持塩LiPF₆を溶解したエチレンカーボネート(EC)とジエチルカーボネート(DEC)の体積比で1:1の混合溶液を非水電解質として評価用コイン型セルに注液した。この上に、内側に直径17.5mmの金属Liを張り付け、外周部にポリプロピレングasket9を付けた封口板10を置いて、封口し試験セルとした。

【0053】この評価用コイン型セルにおいて、負極合剤を評価する場合、0.5mA/cm²の一定電流で端子電圧が0Vになるまで定電流充電(活物質にリチウム*

*が挿入される反応)を行い、引き続き電池電圧が1.5Vになるまで0.5mA/cm²の電流密度で放電(活物質からリチウムが放出される反応)を行い、充放電曲線を得た。正極合剤を評価する場合、0.5mA/cm²の一定電流で端子電圧が4.25Vになるまで定電流充電(活物質からリチウムが放出される反応)を行い、引き続き電池電圧が3.0Vになるまで0.5mA/cm²の電流密度で放電(活物質にリチウムが挿入される反応)を行い、同様に充放電曲線を得た。これを用いて、正極および負極の放電電圧の時間平均、平均的な放電電位、特性形状あるいは容量を測った。この評価用コイン型セルを用いて、各種材料の電池放電平均電圧を測定した結果を表1、表2、表3、表4に示す。

【0054】

【表1】

正極		負極		電池放電平均電圧(V)
活物質材料	放電平均電位(vs Li)	活物質材料組成	放電平均電位(vs Li)	
LiNiO ₂	3.7	CoSn	0.4	3.3
		CoSn ₂		
		MnSn		
		Mn ₂ Sn		
		Mn ₂ Sn ₃		
		Ti ₃ Sn ₂		
		TiSn		
		Ti ₆ Sn ₅		
		Ti ₂ Sn		
		Ti _{1.8} Sn		
		Cu ₃ Sn ₂		
		CuSn		
		TiSi		
		Ti ₂ Si		
		Fe ₃ Si ₂		
		CoSi		
		Co ₃ Si ₂		
		Co ₂ Si		
		NiSi		
		Ni ₂ Si		
		Fe ₂ Si		

【0055】

40 【表2】

正極		負極		電池放電 平均電圧 (V)
活物質 材料	放電平均電位 (vs Li)	活物質材料 組成	放電平均電位 (vs Li)	
LiCoO ₂	3.8	CoSn	0.4	3.4
		CoSn ₂		
		MnSn		
		Mn ₂ Sn		
		Mn ₂ Sn ₃		
		Ti ₃ Sn ₂		
		TiSn		
		Ti ₆ Sn ₅		
		Ti ₂ Sn		
		Ti _{1.8} Sn		
		Cu ₃ Sn ₂		
		CuSn		
		TiSi		
		Ti ₂ Si		
		Fe ₃ Si ₂		
		CoSi		
		Co ₃ Si ₂		
		Co ₂ Si		
		NiSi		
		Ni ₂ Si		
		Fe ₂ Si		

【0056】

【表3】

正極		負極		電池放電 平均電圧 (V)
活物質 材料	放電平均電位 (vs Li)	活物質材料 組成	放電平均電位 (vs Li)	
LiMn2O4	3.85	CoSn	0.4	3.45
		CoSn2		
		MnSn		
		Mn2Sn		
		Mn2Sn3		
		Ti3Sn2		
		TiSn		
		Ti6Sn5		
		Ti2Sn		
		Ti1.8Sn		
		Cu3Sn2		
		CuSn		
		TiSi		
		Ti2Si		
		Fe3Si2		
		CoSi		
		Co3Si2		
		Co2Si		
		NiSi		
		Ni2Si		
		Fe2Si		

【0057】

* * 【表4】

正極		負極		電池放電 平均電圧 (V)
活物質材料	放電平均電位 (vs Li)	活物質材料 組成	放電平均電位 (vs Li)	
硫黄	2.2	Li	0	2.2
チオール基 またはチオ レート基を 有する硫黄 系有機化合 物	3.4	Li	0	3.4
チオール基 またはチオ レート基を 有する硫黄 系有機化合 物	3.4	Li2.6Co0.4N	0.8	2.6
LixMn2O4	3.85	Li2.6Co0.4N	0.8	3.05
LixNiO2	3.7	Li2.6Co0.4N	0.8	2.9
LixCoO2	3.8	Li2.6Co0.4N	0.8	3

【0058】これらの材料から選ばれた材料を用いて円筒型電池を試作した。この作製法について説明する。

【0059】正極の活物質としては、酸化物系の正極活

物質であるLiNiO₂、LiCoO₂およびLiMnO₂を検討した。

【0060】LiNiO₂はLiOHとNi(OH)₂と

を所定のモル比で混合し、900℃の温度で空气中で加熱することによって合成し、これを100メッシュ以下に分級したものを用いた。 LiCoO_2 は Li_2CO_3 と $\text{Co}(\text{OH})_2$ とを所定のモル比で混合し、800℃の温度で空气中で加熱することによって合成し、これを100メッシュ以下に分級したものを用いた。 LiMn_2O_4 は Li_2CO_3 と MnO_2 とを所定のモル比で混合し、800℃で加熱することによって合成し、これを100メッシュ以下に分級したものを用いた。

【0061】上記正極活物質100gに対して、導電剤としてアセチレンブラックを10g、結着剤としてポリフッ化ビニリデン8gを加え、これにN、N-ジメチルホルムアミドを溶媒として添加し、十分混合することで正極用ペーストを作製した。この正極用ペーストを、アルミニウムの芯材に塗布し、乾燥、圧延して図5に示す正極11を得た。

【0062】一方、非酸化物系の正極を用いる場合は、硫黄もしくはチオール、チオレート基を有する有機化合物を有機溶剤に溶かしたインクをアルミニウム箔上でコーティングし、乾燥したものを用いた。

【0063】負極活物質としては、多元系合金と金属窒化物とを検討した。これらの活物質を粉砕して粉末状としたものと、導電剤としてのアセチレンブラック、結着剤としてのスチレンブタジエンゴム(SBR)を重量比で70:20:10の割合で混合し、N、N-ジメチルホルムアミドを用いてペースト状とした。このペーストを銅の芯材に塗布後、乾燥し図5に示す負極12とした。金属リチウムの場合は箔を銅芯材に貼り付け負極とした。

【0064】円筒型電池の作製手順を以下に図5を用いて説明する。超音波溶接で正極芯材のアルミニウムにアルミニウムからなる正極リード14を取り付けた。同様に負極芯材の銅に、同材質の負極リード15をレーザースポット溶接で接合した。正極と負極間に両極板より幅の広い帯状の多孔性ポリプロピレン製のセパレータ13を介して全体を渦巻状に捲回して構成した。さらに、上記電極体の上下それぞれにポリプロピレン製の絶縁板16、17を配して電槽18に挿入し、電槽18の上部に段部を形成させた後、非水電解液として、1.5モル/リットルの LiPF_6 を溶解したECとDMCの等比体積混合溶液を注入し、封口板19で密閉して電池とした。

【0065】このようにして作製した円筒型電池に対して環境温度20℃、充電電流0.2CmA(1Cは1時間率電流)で正極に酸化物系、負極に黒鉛系を用いた比較電池では4.2Vまで定電流充電を行った。同様に正極に酸化物系、負極に合金系および窒化物系を用いた電池はそれぞれ4.0V、3.8Vまで充電を行った。また正極に硫黄を含むチオレートあるいはチオール基を有する有機物系、負極に窒化物系および金属リチウムを用

いた電池はそれぞれ3.6Vおよび4.0Vまで充電を行った。1回目の放電は0.2CmAの電流で正極に酸化物系、負極に黒鉛系を用いた比較電池では3.0Vまで放電を行った。同様に実施例で用いた電池については全て1.5Vまで放電を行った。さらに上記条件で再度充電した後、放電電流を2CmAの電流密度で所定の電圧まで放電を行った。この円筒型電池を用いることにより種々の正負極活物質の組合せで得られる電池系について電池電圧、放電形状、放電容量などを測定した。

【0066】こうして得られた円筒型電池を用いて種々の活物質の組み合わせにおける放電特性を図6に示す。電池Aは正極に酸化物系、負極に黒鉛系を用いた比較的電圧の高い電池の特性を示す。電池B、C、Dは正極に酸化物系、負極に合金系あるいは窒化物系を用いた電池の特性を示す。電池Eは正極に硫黄を含むチオレートあるいはチオール基を有する有機物系、負極に窒化物系を用いた電池の特性を示す。

【0067】一般に、充放電後の開回路状態は正負極活物質が平衡電位に変化する過程で変化するため、設定された充放電の定格終止電圧に因らず充電側では電圧降下、放電側では電圧上昇が見られる。図7に示すように、定格充電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_c 、定格放電終止電圧に達した後の開回路電圧を E_d とした時、電圧差($E_c - E_d$)を開回路電圧 E_c 割った値である電池電圧変化率($E_c - E_d$)/ E_c で表わすと、たとえば電池Aでは0.21、電池Eでは0.35を示す。

【0068】本結果より、放電容量の大きい材料系は電池電圧変化率が大きくなる、つまり経時的に傾斜した放電特性となる傾向にあると言える。本発明においては、電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する電池を用いる。また、これらの材料系電池は平均電池電圧が低下する傾向もある。

【0069】以上のように構成された本実施形態の電池駆動式電子装置について、図1、図2および図3を用いて説明する。

【0070】本発明の構成要素である電池1に用いられる電池電圧変化率が0.25以上となる放電特性を有する新材料のリチウムイオン電池は、放電容量が大きい、つまり単位体積あたりまたは単位重量あたりのエネルギー密度を高めることが可能である。一方、図2に示すように、従来型リチウムイオン電池の放電特性(c)に比べ、電池の放電特性が放電とともに電池電圧が低下するといった経時的に傾斜する特性と平均電池電圧が低いなどの特性(a)を有している。(d)は従来型リチウムイオン電池の定格充電終止電圧、(e)は放電末期電圧であり、(f)は新材料のリチウムイオン電池の定格充電終止電圧、(g)は放電末期電圧である。別な表現方法をすれば、(d)-(e)が従来型リチウムイオン電池の放電による電圧低下であり、(f)-(g)が新材

料のリチウムイオン電池の放電による電圧低下である。この電圧低下量は新材料のリチウムイオン電池のほうが大きく、絶対レベルも小さい。このため、従来構成の電池駆動式電子装置では負荷3に供給することを要求される電源電圧(b)を従来型リチウムイオン電池の放電特性(c)の使用時間(T1)よりも早い時間(T2)で下回ってしまう。

【0071】そこで、この電池1の出力電圧を昇降圧コンバータ2に入力する回路構成とすることにより、図3に示すように電池1の放電特性(a)が負荷3に供給することを要求される電源電圧(b)よりも高い場合は昇降圧コンバータ2は降圧動作し(矢印Dで示す)、電池1の放電特性(a)が負荷3に供給することを要求される電源電圧(b)よりも低くなった場合は昇降圧コンバータ2は昇圧動作する(矢印Uで示す)ことにより、昇降圧コンバータを組み込まない場合の使用時間(T2)を大幅に上回り従来型リチウムイオン電池における使用時間(T1)を越える使用時間(T3)を実現し、電池1の大きい放電容量つまり電池に蓄えられたエネルギーを有効に活用でき長時間使用が可能となる。

【0072】ここで、負荷は3V、100mA、消費電力0.3Wを想定する。常温での平均電池電圧3.7V、放電容量800mAhの正極にコバルト酸リチウム、負極にカーボン、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用いた従来型のリチウムイオン電池と降圧コンバータを組み合わせた従来構成の電池駆動式電子装置の場合、電池使用時間は8時間となる。

【0073】一方、常温での平均電池電圧3.3V、放電容量1100mAhの正極の活物質としてLiNiO₂を用い、負極の活物質としてTi_{0.5}Sn_{0.5}を用いた新材料のリチウムイオン電池と昇降圧コンバータを組み合わせた本実施形態の場合、電池使用時間は10時間となり、2時間の長時間化が可能である。

【0074】(第2の実施形態)図8は、本発明の第2の実施形態に係る電池駆動式電子装置及び移動体通信機器の構成を示す図である。本実施形態では、負荷が時分割多重化方式のようにバースト的な信号を送出する無線送信用の電力増幅器を含む構成となっている。図8において、21は従来用いられている組成の電池よりも電力密度が高いが経時的に傾斜した放電特性を有するという特徴を有する電池であり、22は電池21を入力とする昇降圧コンバータであり、23は昇降圧コンバータの出力電圧が入力される電力増幅器である。25は電力増幅器23の入力端子であり、26は電力増幅器23の出力端子である。24は電力増幅器23が動作して送信信号を増幅する期間に、昇降圧コンバータ22の出力電圧を電力増幅器23の電源電圧として供給することを制御する制御手段である。

【0075】以下、本実施形態の電池駆動式電子装置および移動体通信機器の動作について説明する。

【0076】電力増幅器23はバースト的な信号を送出するので、省電力化のため、制御手段24は電力増幅器23の信号送出時のみ電力を供給する。電力増幅器23は入力端子25から入力された信号を電力増幅して出力する。この電力増幅のために電力増幅器23には、ある程度以上の電源電圧が必要になる。一方、必要以上に電源電圧が供給されると、電力増幅器23での電力損失が増加する。例えばPDC(Personal Digital Cellular)方式の電力増幅器に必要とされる電源電圧は3Vであり、平均電池電圧3.7V、放電容量800mAhを有する、正極にコバルト酸リチウム、負極にカーボン、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用いた従来型のリチウムイオン電池の出力電圧を直接電力増幅器へ入力する構成としていた。しかしながら、多機能化する携帯電話の消費電力が増加傾向にある中で、携帯電話の使用時間を伸ばすためには電池を大容量化する必要があることは前述のとおりである。

【0077】そこで、図8に示す本実施形態の電池駆動式電子装置および移動体通信機器の構成のように、平均電池電圧3.3V、放電容量1100mAhを有する、正極の活物質としてLiNiO₂を用い、負極の活物質としてTi_{0.5}Sn_{0.5}を用いた新材料のリチウムイオン電池21と昇降圧コンバータ22を組み合わせることにより、電池21の電圧が電力増幅器23の電源電圧よりも高い場合は、昇降圧コンバータ22は降圧動作により必要な電源電圧を電力増幅器23へ供給するので電力増幅器23の効率が良好となる。また、電池21の電圧が電力増幅器23の電源電圧よりも低い場合は、昇降圧コンバータ22は昇圧動作により電力増幅器23に必要な電圧へ変換するので、電池21のエネルギーを有効に活用でき使用時間の長時間化が達成できる。

【0078】(第3の実施形態)図9は、本発明の第3の実施形態に係る電池駆動式電子装置および移動体通信機器の構成図である。本実施形態では、負荷がCDMA(Code Division Multiple Access)方式の無線送信用電力増幅器を含む構成をとる。図9において、21は従来用いられている組成の電池よりも電力密度が高いが経時的に傾斜した放電特性を有するという特徴を有する電池であり、22は電池21の出力電圧が入力される昇降圧コンバータであり、23は昇降圧コンバータの出力電圧を電源電圧とする電力増幅器である。25は電力増幅器23の入力端子であり、26は電力増幅器23の出力端子である。24は昇降圧コンバータ23の出力電圧を制御する制御手段である。

【0079】電力増幅器23は送信電力によってある程度以上の電源電圧が必要であり、逆に電源電圧が高過ぎると電力増幅器23での電力損失が増加する。即ち、電力増幅器23には送信電力に応じた好適な電源電圧が存在する。制御手段24は、電波状態や無線基地局との距離といった本実施形態の電池駆動式電子装置の使用環境

に依じて、送信電力が変動する電力増幅器23への電源電圧を制御する機能を有する。

【0080】以下、本実施形態の電池駆動式電子装置および移動体通信機器の動作について、図10、図11Aおよび図11Bを用いて説明する。

【0081】図10において、(d)は電池21の放電特性であり、(f)は負荷が必要とする電源電圧の可変範囲である。(g)は比較用としての従来のリチウムイオン電池の一般的な放電特性である。図11Aは、電力増幅器23の送信電力となる増幅器の出力電力と電力増幅器23の必要とする電源電圧の関係を示した特性図、図11Bは、電力増幅器23の送信電力となる増幅器の出力電力とその出力電力の発生確率を示す特性図である。図11Bに示すように、発生確率はほぼ中央が高く、結果として電力増幅器23の必要とする電源電圧はその可変範囲の中央の電圧が最も多く必要とされる。例えばCDMA方式の電力増幅器23の電源電圧可変範囲は約1.5Vから3.5Vの範囲である。

【0082】従来では、図10の放電特性(g)に示すような平均電池電圧3.7V、放電容量800mAhを有する、正極にコバルト酸リチウム、負極にカーボン、電解液にリチウム支持電解質を含む非水溶媒を用いた従来型のリチウムイオン電池の出力電圧を、降圧コンバータを介して電力増幅器へ入力する構成としていた。

【0083】これに対し、本実施形態では、図10の(d)に示すような平均電池電圧3.3V、放電容量1100mAhを有する、正極の活物質としてLiNiO₂を用い、負極の活物質としてTi_{0.5}Sn_{0.5}を用いた新材料のリチウムイオン電池21と昇降圧コンバータ22を組み合わせる構成とする。これにより、電池21の電圧変化幅が大きく、電力増幅器23の電源電圧の可変範囲が大きい場合においても、昇降圧コンバータ22は降圧動作、昇圧動作のいずれにも対応できるので、大容量化された電池21のエネルギーを有効に活用でき、電池21の使用時間の長時間化が達成できる。

【0084】通常、コンバータは入出力電圧差が大きいほど変換効率が悪化の方向となる。本実施形態によれば、電池21の出力電圧は電力増幅器23に印加される昇降圧コンバータ22の出力電圧と近くなるので効率面でも良好となる。

【0085】図12は、試作した昇降圧コンバータの変換効率の特性図である。図12においては、出力電圧を3.5V、出力電流を142mAと固定し、入力電圧を2.5Vから5Vまで変化させた場合の変換効率の変化を示している。この効率特性からわかるように、入出力の電圧が近い場合に昇降圧コンバータの効率が良好となる。

【0086】図13は、同じ昇降圧コンバータにおいて、入力電圧を3.5V、出力電力を0.5Wで固定し、出力電圧を2.5Vから4.5Vまで変化させた場

合の変換効率の特性図である。図13からわかるように、同様に入出力の電圧差が少ないほど効率が良くなる。さらに、昇降圧コンバータ22に入出力電圧差が所定の電圧範囲内の時、電池21と負荷23を直結状態とすることにより高効率化ができるので、電池使用時間のより長時間化を実現できる。

【0087】(第4の実施形態)図14は、本発明の第4の実施形態に係る電池駆動式電子装置の構成を示す回路図である。図14に示すように、本実施形態の電池駆動式電子装置に用いられる昇降圧コンバータ200は、第1のスイッチング手段221と、第1の整流スイッチング手段222と、インダクタ223とからなる降圧コンバータ部と、インダクタ223を降圧コンバータ部と共有し、第2のスイッチング手段224と、第2の整流スイッチング手段225とからなる昇圧コンバータ部とから構成される。

【0088】さらに、昇降圧コンバータ200は、検出回路226と、第1の制御駆動回路227と、第2の制御駆動回路228とを有する。検出回路226は、出力コンデンサ205での電圧を、抵抗値R1を有する第1の検出抵抗261と、抵抗値R2を有する第2の検出抵抗262と、抵抗値R3を有する第3の検出抵抗263とによって分割して検出し、基準電圧源260から出力される基準電圧E_bと比較する。

【0089】誤差増幅器264は、第2の検出抵抗262と第3の検出抵抗263との接続点電圧E₁=E_o・R₃/(R₁+R₂+R₃)と基準電圧E_bとを入力とし、その誤差信号を増幅して第1の制御信号V_{e1}として出力する。誤差増幅器265は、第1の検出抵抗261と第2の検出抵抗262との接続点電圧E₂=E_o・(R₂+R₃)/(R₁+R₂+R₃)と基準電圧E_bとを入力とし、その誤差信号を増幅して第2の制御信号V_{e2}として出力する。ここで、出力コンデンサ205の電圧として負荷206への供給を要求される電源電圧の許容範囲内において、電源電圧の第1の設定値をE_{oh}=E_b・(R₁+R₂+R₃)/R₃、この第1の設定値よりも低い電源電圧の第2の設定値をE_{ol}=E_b・(R₁+R₂+R₃)/(R₂+R₃)とする。

【0090】第1の制御駆動回路227は、第1のスイッチング手段221を第1の制御信号V_{e1}に応じたデューティ比で周期的にオン/オフする。すなわち、第1の制御駆動回路227は、第1の制御信号V_{e1}のレベルが低下すると、第1のスイッチング手段221のデューティ比を小さくし、出力コンデンサ205の電圧をE_{oh}=E_b・(R₁+R₂+R₃)/R₃に安定化するように、第1のスイッチング手段21をオン/オフ制御する。

【0091】第2の制御駆動回路228は、第2のスイッチング手段224を第2の制御信号V_{e2}に応じたデューティ比で周期的にオン/オフする。すなわち、第2

の制御駆動回路228は、第2の制御信号V_{e2}のレベルが低下すると、出力コンデンサ205の電圧をE_{o1} = E_b · (R₁ + R₂ + R₃) / (R₂ + R₃) に安定化するように、第2のスイッチング手段224をオン/オフ制御する。

【0092】以上のように構成された本実施形態の電池駆動式電子装置、特にその昇降圧コンバータ200の動作について以下に説明する。

【0093】まず、電池電圧E_iが電源電圧の第1の設定値E_{oh}よりも高い場合、降圧コンバータ部では、第1の制御駆動回路227が、出力コンデンサ205の電圧E_oがE_{oh}に調整されるように、第1のスイッチング手段221をオン/オフする。このため、電圧E_oが第2の設定値E_{o1}よりも高くなり、検出回路226では、第2の制御信号V_{e2}が「L」レベルに引き下げられる。昇圧コンバータ部では、第2の制御信号V_{e2}が「L」レベルであるので、第2の制御駆動回路228が、第2のスイッチング手段224を0%デューティ比、即ちオフ状態に固定する。従って、昇降圧コンバータ200は、第1のスイッチング手段221とそれによってオン/オフ動作する第1の整流スイッチング手段222とが、インダクタ223に対して磁気エネルギーを蓄積・放出することにより、第2の整流スイッチング手段225を介して出力コンデンサ205から負荷206に電源電圧E_{oh}を供給する降圧型コンバータとして動作する。

【0094】電池電圧E_iが低下していき、電源電圧の第1の設定値E_{oh}を下回るようになると、検出回路226では、第1の制御信号V_{e1}が「H」レベルに引き上げられる。このため、降圧コンバータ部では、第1の制御駆動回路227が、第1のスイッチング手段221を100%デューティ比、即ちオン状態に固定する。しかし、電池電圧E_iが電源電圧の第2の設定値E_{o1}よりも高いと、昇圧コンバータ部での0%デューティ比動作は変わらない。従って、電池電圧E_iが第1のスイッチング手段221、インダクタ223、および第2の整流スイッチング手段225を介して出力コンデンサ205に直結される。各構成要素での電圧降下を無視できるものとする、E_o = E_iとなる。

【0095】さらに電池電圧E_iが低下し、電源電圧の第2の設定値E_{o1}を下回るようになると、検出回路226では、第2の制御信号V_{e2}が「L」レベルから上昇していく。昇圧コンバータ部では、第2の制御駆動回路228が、出力コンデンサ205の電圧E_oが第2の設定値E_{o1}に調整されるように、第2のスイッチング手段224をオン/オフする。一方、降圧コンバータ部での100%デューティ比動作は変わらない。従って、昇降圧コンバータ200は、第2のスイッチング手段224とそれによってオン/オフ動作する第2の整流スイッチング手段225とが、インダクタ223に対して磁

気エネルギーを蓄積・放出することにより、出力コンデンサ205から負荷206に電源電圧E_{o1}を供給する昇圧型コンバータとして動作する。

【0096】以上のように、本実施形態によれば、負荷206に供給する電源電圧の許容範囲内において、電源電圧の第1の設定値E_{oh}と、第1の設定値よりも低い電源電圧の第2の設定値E_{o1}とを設けた場合、電池電圧E_iがE_{o1} < E_i < E_{oh}の時には、電池201と負荷206との間に介在する昇降圧コンバータ200が、直結状態となるようにすることができる。このような直結状態では、いずれのスイッチング手段もスイッチング動作を行わないので、スイッチング損失が発生しない高効率な特性を示す。このように、昇降圧コンバータ200が高効率化できると、電池使用時間を延ばすことができる。

【0097】尚、図14において、第1の整流スイッチング手段222及び第2の整流スイッチング手段225としてダイオードを使用した、導通時のオン電圧を低下して導通損失を低減するために、MOSFETなどに代表されるスイッチング手段を用いた同期整流スイッチング手段としても構わない。

【0098】(第5の実施形態) 図15は、本発明の第5の実施形態に係る電池駆動式電子装置の構成を示す回路図である。本実施形態は、図14に示した第4の実施形態による効果をさらに向上させるために、第4の実施形態に構成要素を追加したものである。図15において、図14と異なるのは、第1のスイッチング手段221とインダクタ223に跨る第3のスイッチング手段229と、第1の制御信号V_{e1}が第1のスイッチング手段221をオン状態に固定するようなレベルにあり、且つ第2の制御信号V_{e2}が第2のスイッチング手段224をオフ状態に固定するようなレベルにある時に、第3のスイッチング手段229をオン状態とする第3の制御駆動回路290とが追加されている点にある。

【0099】以上のような構成を有する本実施形態の電池駆動式電子装置、特に昇降圧コンバータ200の動作について以下に説明する。

【0100】まず、昇降圧コンバータ200が降圧型コンバータあるいは昇圧型コンバータとして動作する場合には、第3のスイッチング手段229はオフ状態にあって動作に関与しない。

【0101】電池電圧E_iがE_{o1} < E_i < E_{oh}の時には、電池電圧E_iが第1のスイッチング手段221、インダクタ223、および第2の整流スイッチング手段225を介して出力コンデンサ205に直結される点は、第4の実施形態と同様である。加えて、第1の制御信号V_{e1}が第1のスイッチング手段221をオン状態に固定するようなレベルにあり、且つ第2の制御信号V_{e2}が第2のスイッチング手段224をオフ状態に固定するようなレベルにあるので、第3のスイッチング手段

229がオン状態となる。

【0102】第4の実施形態における説明では、各構成要素での電圧降下を無視できるものとしたが、実際には各スイッチング手段には導通時に発生するオン電圧や、インダクタ223の直流抵抗分による電圧降下が発生し、これらが導通損失となる。これに対し、本実施形態の場合、第1のスイッチング手段221とインダクタ223とに並列に接続された第3のスイッチング手段229がオン状態となるので、このような導通損失はさらに低減され、昇降圧コンバータ200を高効率化することができ

【0103】尚、第3のスイッチング手段229は、第1のスイッチング手段221の代わりに、第2の整流スイッチング手段225とインダクタ223に跨って接続されても構わない。どちらに接続されるかは、第1のスイッチング手段221の導通損失と第2の整流スイッチング手段225の導通損失との比較によって、より大きな導通損失をカバーできるように接続すればよい。

【0104】また、第3のスイッチング手段229を、第1のスイッチング手段221、インダクタ223、および第2の整流スイッチング手段225に跨って接続する構成も当然考えられる。しかしながら、昇降圧コンバータ200は、降圧型コンバータとしても昇圧型コンバータとしても動作する。この場合、第3のスイッチング手段229は、オフ状態において入力端子と出力端子間の電圧差が正負いずれでもオン/オフを制御できるスイッチング手段、例えばリレーあるいは2個のFETをそのボディダイオードが逆向きになるように直列接続したものでなくてはならない。当然のことながら、その用途からオン電圧は低い方が好ましい。

【0105】(第6の実施形態)図16は、本発明の第6の実施形態に係る電池駆動式電子装置の構成を示す回路図である。図16に示すように、本実施形態の電池駆動式電子装置に用いられる昇降圧コンバータ300は、第1のインダクタ331と、スイッチング手段332と、結合コンデンサ333と、整流スイッチング手段335と、第2のインダクタ334と、出力コンデンサ305と、制御駆動回路336とを有する。

【0106】第1のインダクタ331とスイッチング手段332は直列回路を形成して電池301に接続され、結合コンデンサ333と第2のインダクタ334は直列回路を形成してスイッチング手段332の両端に接続され、整流スイッチング手段335と出力コンデンサ305は直列回路を形成して整流スイッチング手段335の両端に接続される。このような構成のコンバータはSepic (Single Ended Primary Inductive Converter) と称される昇降圧コンバータである。制御駆動回路336は、出力コンデンサ305での電圧を負荷306へ供給するよう要求される所定値に調整するように、スイッチング手段332をオン/オフ制御する機能を有する。

【0107】以上のように構成された本実施形態の電池駆動式電子装置の動作、特に昇降圧コンバータSepicの動作について以下に説明する。尚、説明を容易にするため、結合コンデンサ333の静電容量は充分大きく、結合コンデンサ333はその電圧Ecの電圧源と見なす。

【0108】まず、スイッチング手段332がオン状態の時、第1のインダクタ331には電池電圧Eiが印加され、第1のインダクタ331には電池301から電流が流れるとともに、磁気エネルギーが蓄積される。同時に第2のインダクタ334には、結合コンデンサ333の電圧Ecが印加され、第2のインダクタ334には結合コンデンサ333から電流が流れるとともに、磁気エネルギーが蓄積される。整流スイッチング手段335は逆方向に電圧印加されているためオフ状態にあり、負荷306へは出力コンデンサ305に蓄えられた静電エネルギーが放電されて供給される。この期間をTonとする。

【0109】次に、スイッチング手段332がオフ状態になると、第1のインダクタ331の電圧は反転する。同時に、結合コンデンサ333が接続された第2のインダクタ334の電圧も反転する。その結果、整流スイッチング手段335が導通し、電池301から第1のインダクタ331、結合コンデンサ333、および整流スイッチング手段335を介して出力コンデンサ305を充電する電流が流れる。この電流は第1のインダクタ331に蓄えられた磁気エネルギーを放出していく。一方、第2のインダクタ334には出力コンデンサ305の電圧Eoが印加され、整流スイッチング手段335を介して第2のインダクタ334から出力コンデンサ305へ電流が流れるとともに、蓄えられた磁気エネルギーが放出される。この期間をToffとする。

【0110】以上のようなオン/オフ動作の繰り返しにより、第1のインダクタ331と第2のインダクタ334には磁気エネルギーの蓄積・放出が繰返され、結合コンデンサ333と出力コンデンサ305には充電・放電が繰返される。これらエネルギーの蓄積・放出が均衡する条件は、第1のインダクタ331と第2のインダクタ334を流れる電流が均衡することである。ここで、第1のインダクタ331のインダクタンスをL1とすると、

$$E_i \cdot T_{on} / L_1 = (E_c + E_o - E_i) \cdot T_{off} / L_1$$

が成り立ち、第2のインダクタ334のインダクタンスをL2とすると、

$$E_c \cdot T_{on} / L_2 = E_o \cdot T_{off} / L_2$$

が成り立つ。これらの式を整理すると、

$$E_c = E_i, E_o / E_i = T_{on} / T_{off}$$

の関係が得られる。即ち、昇降圧コンバータSepicは、制御駆動回路336によって第1のスイッチング手

段332をオン／オフ制御することにより、その出力電圧である負荷306への電源電圧E_oを理論上任意の電圧に調整することが可能となる。

【0111】さて、このような昇降圧コンバータSepicの特徴は、コンバータの入力部に第1のインダクタ331が設けられているため、その入力電流を変動の少ない連続状態にすることができる点である。尚、詳細な説明は省略するが、第1のインダクタ331と第2のインダクタ334を磁気結合し、その結合係数を調節することにより、入力電流をゼロリップルにできることも知られている。一方、電池301の特性として、パルス状の急峻に変動する電流に対して弱く、短寿命化とともに容量低下の傾向がある。従って、本実施形態によれば、昇降圧コンバータとして、入力電流の急峻な変動が少ないSepicを用いることにより、上記のような電池301の特性上のデメリットをカバーして、短寿命化の抑制とともに使用時間の長時間化を図ることができる。

【0112】尚、図16において、整流スイッチング手段335としてダイオードを使用したか、導通時のオン電圧を低下して導通損失を低減するために、MOSFETなどに代表されるスイッチング手段を用いた同期整流スイッチング手段としても構わない。

【0113】(第7の実施形態)図17は、本発明の第7の実施形態7に係る電池駆動式電子装置の構成を示す回路図である。図17に示すように、本実施形態の電池駆動式電子装置に用いられる昇降圧コンバータは500は、第1のスイッチング手段524と、第1の整流スイッチング手段525と、インダクタ523と、第1のコンデンサ504とからなる昇圧コンバータと、この昇圧コンバータの出力電圧である中間電圧E₁を入力とし、第2のスイッチング手段521と、第2の整流スイッチング手段522と、第2のインダクタ526と、第2のコンデンサ505とからなる降圧コンバータとから構成される。

【0114】昇圧コンバータでは、第1のコンデンサ524での中間電圧を検出し、所定の中間電圧E₁に安定化するように制御が行われ、降圧コンバータでは、昇降圧コンバータ500の出力電圧E_oとなる第2のコンデンサ505での電圧を検出し、負荷に必要な電圧に安定化するように制御が行われる。

【0115】電池501の出力電圧が中間電圧E₁よりも高い場合、中間電圧E₁は昇圧コンバータによらず電池501の出力電圧に近い電圧となる。電池501の電圧が中間電圧E₁よりも低くなった場合は、昇圧コンバータにより中間電圧E₁を安定化するように制御される。負荷へ供給する出力電圧E_oは降圧コンバータにより安定化される。

【0116】本実施形態の回路構成が第4の実施形態と異なるのは、第4の実施形態では、前段が降圧コンバータ、後段が昇圧コンバータであるのに対し、本実施形態

では、前段が昇圧コンバータ、後段が降圧コンバータである点にある。第4の実施形態のように、昇圧コンバータが後段となった場合、図14に示した昇降圧コンバータ200の出力コンデンサ205へ流れる電流が不連続であるため、出力電圧のリップルを低減するためにはこの出力コンデンサ205の容量を大きくする必要がある。例えば第3世代のCDMA(Code Division Multiple Access)方式の無線送信用電力増幅器を負荷とした場合、電源電圧のリップル電圧は無線送信用電力増幅器の歪みの原因となるため極力低くする必要がある。また音声モードからデータ送信モードに変化する場合、無線送信用電力も最大に近い変化を行うため、電源電圧つまり昇降圧コンバータの出力電圧も小さい値から大きい値へ変化させる必要があり、送信時間を極力長くするためには、この電源電圧の移行を速く行う必要がある。

【0117】電源電圧のリップル電圧を少なくするためには出力コンデンサ容量205を大きくする必要があるが、この容量を大きくした場合、出力コンデンサのエネルギー量が増加するため電源電圧を大幅に変化させるのに時間がかかるという相反する問題がある。

【0118】そこで、本実施形態のように、昇降圧コンバータの構成を前段が昇圧コンバータ、後段が降圧コンバータとすることにより、後段の降圧コンバータは出力電流が連続型であるので、リップル電圧の低減と出力コンデンサ容量の低減を両立させることが可能である。

【0119】中間電圧E₁は、負荷506が要求する最大出力電圧、最大出力電流時にこの出力を得ることのできる電圧、つまり第1のコンデンサ504と第2のコンデンサ505との間の抵抗成分と最大出力電流を乗じた値に最大出力電圧を加えた電圧を下限とし、この電圧に近い値を設定することにより、後段の降圧コンバータはこの時第2のスイッチング手段521が常に導通状態という効率の良い状態で動作可能となる。

【0120】尚、図17において、第1の整流スイッチング手段525及び第2の整流スイッチング手段522としてダイオードを使用したか、導通時のオン電圧を低下して導通損失を低減するために、MOSFETなどに代表されるスイッチング手段を用いた同期整流スイッチング手段としても構わない。

【0121】(第8の実施形態)図18は、本発明の第8の実施形態に係る移動体通信機器として、本発明の第1から第7の実施形態による電池駆動式電子装置が搭載される携帯電話の回路構成を示すブロック図である。

【0122】図18において、送信時には、ベースバンド部1803で生成されたデータが変調部1804で変調され、変調部1804から出力された信号は増幅部1805で所要電力まで増幅され、送受分離回路1808を介してアンテナ1809から放射される。

【0123】一方、受信時には、アンテナ1809で受信された信号が送受分離回路1808を介して受信回路

10

20

30

40

50

1807で所要電力まで増幅、必要であれば周波数変換され、復調部1806でベースバンド信号に復調され、ベースバンド部1803に入力される。

【0124】なお、昇降圧コンバータ1802は、電池1801の出力電圧を入力とし増幅部1805に電源電圧を供給しており、増幅部1805が出力する電力に応じて電源電圧を変化させ、増幅部1805の効率を高めている。

【0125】なお、第4から第7の実施形態において、電池と昇降圧コンバータとの間に電池と並列にコンデンサーを挿入しても良い。コンデンサーを挿入することにより昇降圧コンバータのリップル電流が電池に流れることを抑制できるので電池の使用時間が長くなる。また、電池と昇降圧コンバータとの間に発生するリップル電圧の低減も可能となる。

【0126】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来型のリチウムイオン電池と比較し、放電容量が大きい（単位体積あたりまたは単位重量あたりのエネルギー密度を高い）反面、電池電圧の電池電圧変化率が0.25以上と大きい、平均電池電圧が低いといった特性を有する電池と昇降圧コンバータとを組み合わせることで、電池の放電特性が負荷の必要とする電源電圧よりも高い場合は昇降圧コンバータが降圧動作し、電池の放電特性が負荷の必要とする電源電圧よりも低い場合は昇降圧コンバータが昇圧動作し、電池の大きい放電容量（高エネルギー密度）を有効に活用でき、電池駆動式電子装置および移動体通信機器の使用時間の長時間化が実現できる。

【0127】また、負荷への電源電圧が、電池の放電に伴う電池の電池電圧変化範囲内にあること、さらには、負荷への電源電圧に電池の放電に伴う平均電池電圧を合わせ込むことにより、昇降圧コンバータをさらに高効率に動作させることができ、電池駆動式電子装置の電池使用時間を延ばすことができるという有利な効果が得られる。

【0128】また、負荷への電源電圧が所定の変動範囲を有する場合、その変動範囲の全部またはその一部と、電池の電池電圧変化範囲の全部またはその一部とが一致すること、さらには、負荷に供給することを要求される電源電圧は、所定の変動範囲を有し、その変動範囲内における要求電源電圧の発生分布がひとつのピーク値を有し、この発生分布のピーク時における要求電源電圧と電池の平均電池電圧とが所定の電位差内にあることで、昇降圧コンバータを高効率に動作させることができ、電池駆動式電子装置の電池使用時間を延ばすことができるという有利な効果が得られる。

【0129】また、本発明によれば、負荷への電源電圧と電池の出力電圧が所定の電位差内である場合、昇降圧コンバータはその入出力間に介在する能動部品をオン状

態に固定する機能を有することにより、スイッチング損失が発生しない高効率な特性を示し、電池駆動式電子装置の電池使用時間を延ばすことができるという有利な効果が得られる。

【0130】さらに、昇降圧コンバータがその入出力間に介在する部品の一部または全部を短絡する機能を有することにより、負荷への電源電圧と電池の出力電圧が所定の電位差内である場合には、スイッチング損失が発生しないことに加えて導通損失も低減でき、さらに効率を向上することができ、電池駆動式電子装置および移動体通信機器の電池使用時間を延ばすことができるという有利な効果が得られる。

【0131】また、本発明によれば、昇降圧コンバータとしてSepicを用いることにより、昇降圧コンバータの入力電流のリップル成分を低減することができる。即ち、電池の放電電流から急峻な変動を低減できるので、電池の特性劣化を防ぎ、短寿命化の抑制とともに使用時間の長時間化を図ることができるという有利な効果が得られる。

【0132】別な観点による本発明によれば、昇降圧コンバータとして前段に昇圧コンバータ、後段に降圧コンバータという組み合わせることにより、電池使用時間を延ばすことができるという有利な効果に加えて、出力リップルの低減と出力電圧切り替えの高速化を実現でき、CDMA（Code Division Multiple Access）方式の無線送信用電力増幅器を負荷とした場合に最適となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態による電池駆動式電子装置の概略構成を示す回路ブロック図

【図2】 本発明の第1の実施形態における電池の放電特性および負荷へ供給する電源電圧を示す図

【図3】 本発明の第1の実施形態における電池の放電特性と負荷へ供給する電源電圧との大小関係で降圧動作（矢印D）から昇圧動作（矢印U）に移行する様子を示す図

【図4】 本発明の第1の実施形態における評価用コイン型電池の構造を示す断面図

【図5】 本発明の第1の実施形態における円筒型電池の構造を示す断面図

【図6】 本発明の第1の実施形態における種々の活物質の組み合わせにおける放電特性を示す図

【図7】 本発明の第1の実施形態における電池の充放電による電池電圧の時間に対する変化を示す図

【図8】 本発明の第2の実施形態による電池駆動式電子装置が搭載されるPDC方式の移動体通信機器の部分構成図

【図9】 本発明の第3の実施形態による電池駆動式電子装置が搭載されるCDMA方式の移動体通信機器の部分構成図

【図10】 図9の移動体通信機器における電池の放電特性と負荷が要求する電圧範囲を示す図

【図11A】 図9の移動体通信機器における電力増幅器の出力電力と電源電圧との関係を示す図

【図11B】 図9の移動体通信機器における電力増幅器の出力電力とその発生確率を示す図

【図12】 図9の移動体通信機器における昇降圧コンバータの出力電圧を一定にした場合の入力電圧に対する変換効率の特性図

【図13】 図9の移動体通信機器における昇降圧コンバータの入力電圧を一定にした場合の出力電圧に対する変換効率の特性図

【図14】 本発明の第4の実施形態による電池駆動式電子装置の構成を示す回路図

【図15】 本発明の第5の実施形態による電池駆動式電子装置の構成を示す回路図

【図16】 本発明の第6の実施形態による電池駆動式電子装置の構成を示す回路図

【図17】 本発明の第7の実施形態による電池駆動式電子装置の構成を示す回路図

【図18】 本発明の第1から第7の実施形態による電池駆動式電子装置が搭載される移動体通信機器として携帯電話の回路構成を示すブロック図

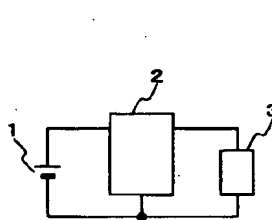
【図19】 従来の電池駆動式電子装置の構成を示す回路図

【符号の説明】

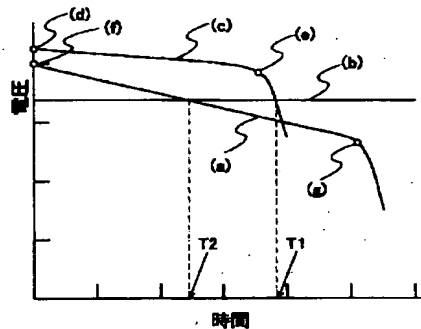
- 1、21、201、301、501、1801 電池
2、22、200、300、500、1802 昇降圧コンバータ
3、206、306、506 負荷
23 電力増幅器
24 制御手段

- * 221 第1のスイッチング手段
222 第1の整流スイッチング手段
223 インダクタ
224 第2のスイッチング手段
225 第2の整流スイッチング手段
226 検出回路
227 第1の制御駆動回路
228 第2の制御駆動回路
229 第3のスイッチング手段
290 第3の制御駆動回路
305 第2のコンデンサ
331 第1のインダクタ
332 スwitchング手段
333 第1のコンデンサ
334 第2のインダクタ
335 整流スイッチング手段
504 第1のコンデンサ
505 第2のコンデンサ
522 第2の整流スイッチング手段
523 第1のインダクタ
524 第1のスイッチング手段
525 第1の整流スイッチング手段
526 第2のインダクタ
527 第1の制御駆動回路
528 第2の制御駆動回路
1803 ベースバンド部
1804 変調部
1805 増幅部
1806 復調部
1807 受信回路
1808 送受分離回路
* 1809 アンテナ

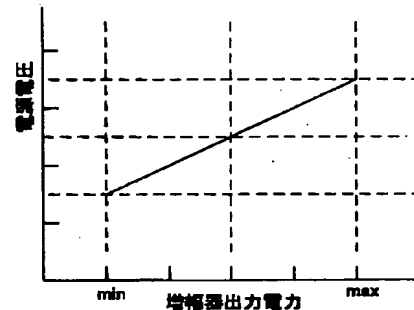
【図1】



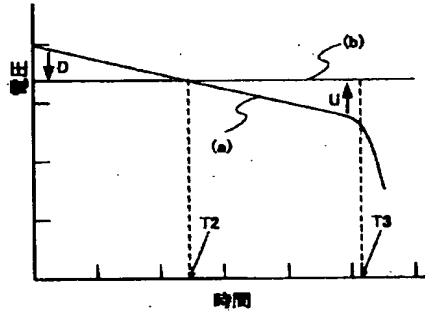
【図2】



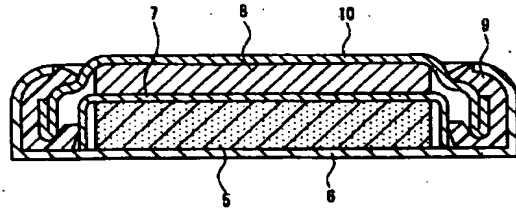
【図11A】



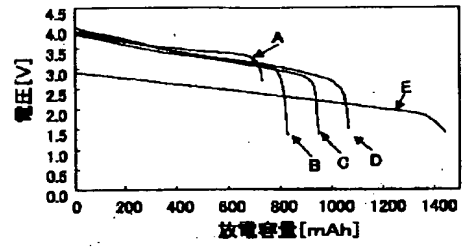
【図3】



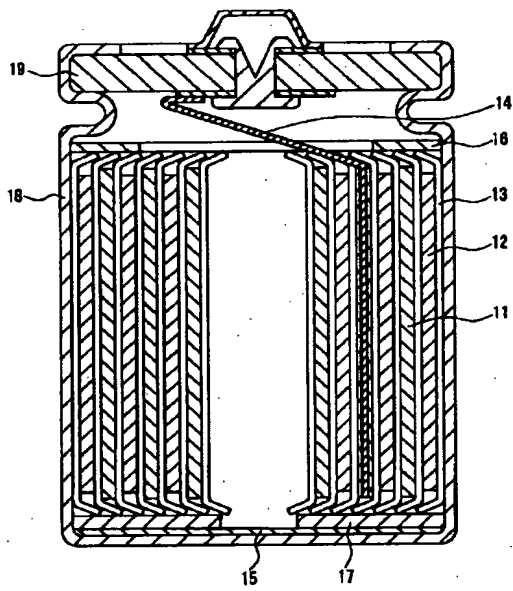
【図4】



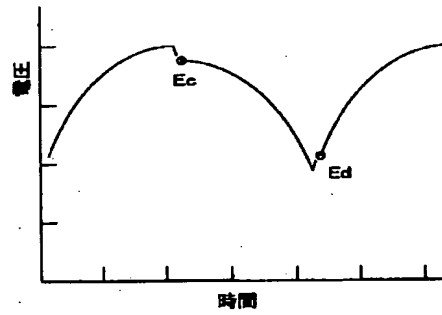
【図6】



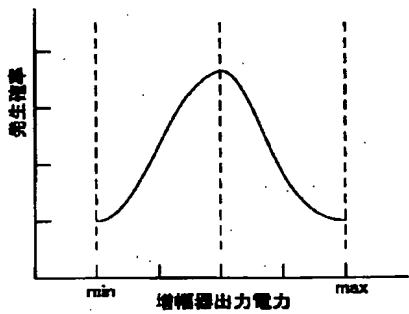
【図5】



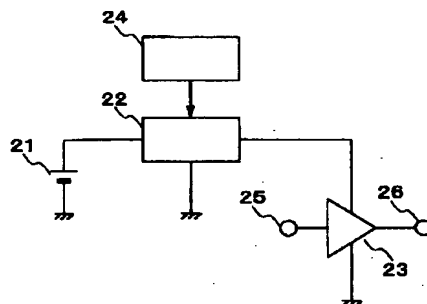
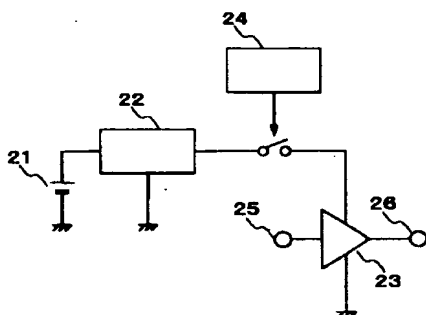
【図7】



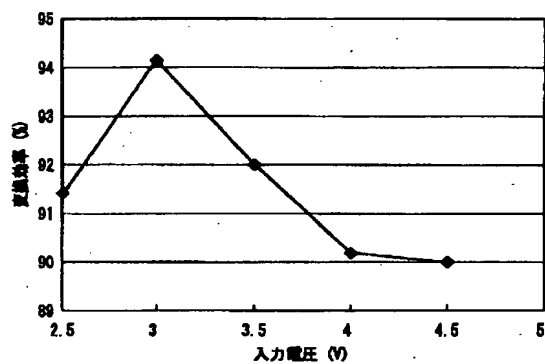
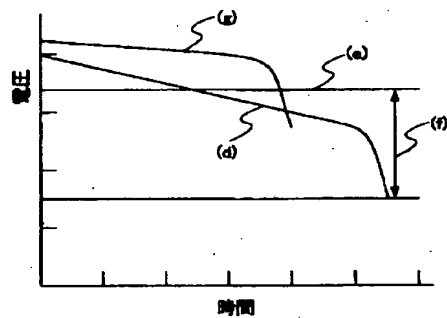
【図11B】



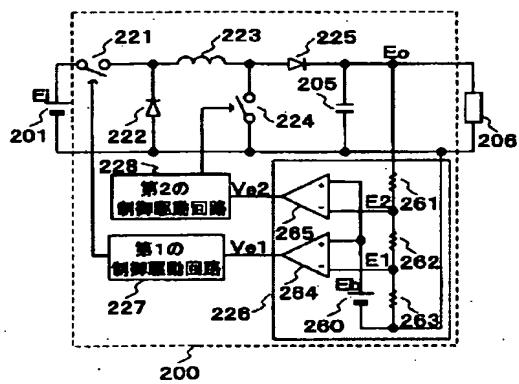
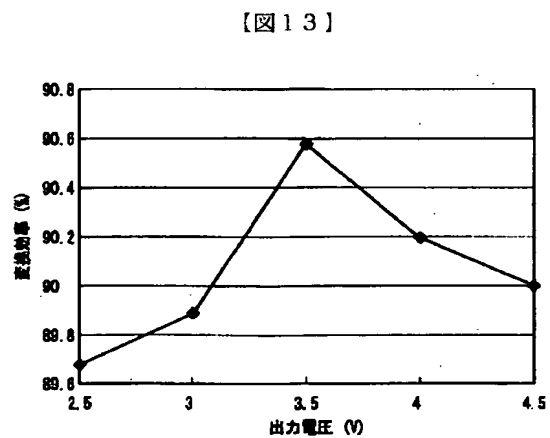
【圖9】



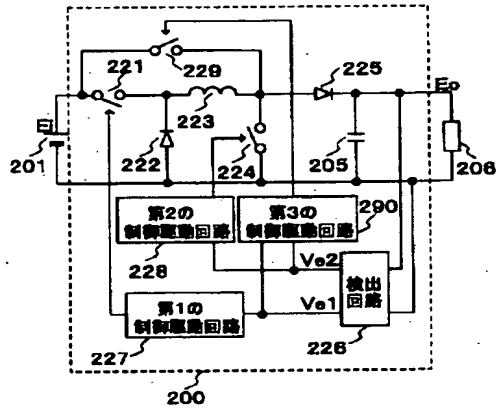
【圖 12】



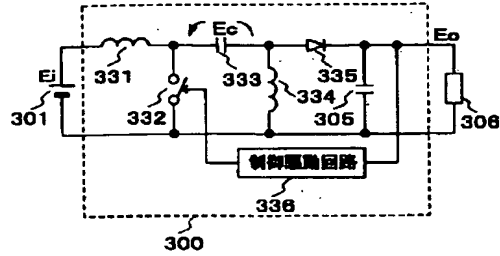
【圖 14】



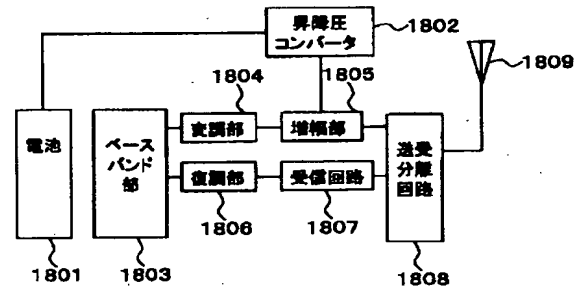
【図15】



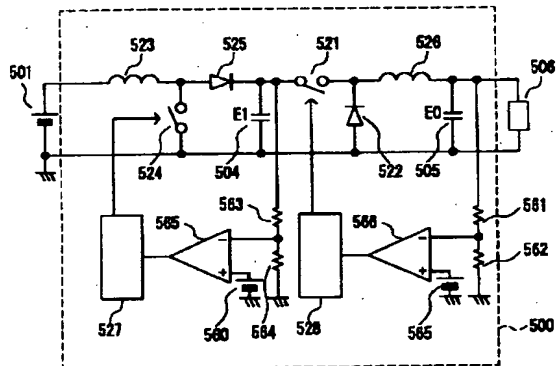
【図16】



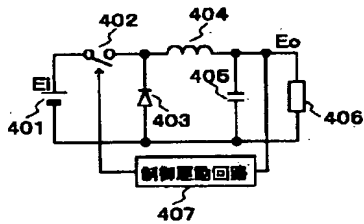
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 中島 康文
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 美藤 靖彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 笠松 真治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 新田 芳明
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5H029 AK03 AL01 AL11 AM06 HJ18
5H030 AA00 AS11 BB21 FF44
5H730 AA14 AS01 BB13 BB14 BB18
BB57 DD32 EE02 EE07 EE23
FD01 FG02
5K067 AA43 BB04 EE02 KK05